





中华人民共和国国家知识产权局

100083 北京市海淀区王庄路1号清华同方科技大厦B座25层 中科专利商标代理有限公司 朱进桂	发文日 
申请号: 2003801088683 	
申请人: 学校法人浦项工科大学校	
发明名称: 具有集成三极管结构的场致发射显示器及其制造方法	

第一次审查意见通知书

(进入国家阶段的 PCT 申请)

- ☒ 应申请人提出的实审请求, 根据专利法第 35 条第 1 款的规定, 国家知识产权局对上述发明专利申请进行实质审查。
☐ 根据专利法第 35 条第 2 款的规定, 国家知识产权局专利局决定自行对上述发明专利申请进行审查。
- ☒ 申请人要求以在:
 KR 专利局的申请日 2003 年 01 月 15 日为优先权日,
 专利局的申请日 年 月 日为优先权日,
 专利局的申请日 年 月 日为优先权日。
- ☐ 申请人于 年 月 日和 年 月 日以及 年 月 日提交了修改文件。
经审查, 申请人于 年 月 日提交的 不符合专利法实施细则第 51 条第 1 款的规定。
☐
- ☒ 审查是针对原始提交的国际申请的中文译文进行的。
☐ 审查是针对下述申请文件进行的:
☐ 说明书 第 页, 按照进入中国国家阶段时提交的国际申请文件的中文文本;
第 页, 按照专利性国际初步报告附件的中文文本;
第 页, 按照依据专利合作条约第 28 条或 41 条规定所提交的修改文件;
第 页, 按照依据专利法实施细则第 51 条第 1 款规定所提交的修改文件;
第 页, 按照 年 月 日所提交的修改文件。
☐
☐ 权利要求 第 项, 按照进入中国国家阶段时提交的国际申请文件的中文文本;
第 项, 按照依据专利合作条约第 19 条规定所提交的修改文件的中文文本;
第 项, 按照专利性国际初步报告附件的中文文本;
第 项, 按照依据专利合作条约第 28 条或 41 条规定所提交的修改文件;
第 项, 按照依据专利法实施细则第 51 条第 1 款规定所提交的修改文件;
第 项, 按照 年 月 日所提交的修改文件。
☐
☐ 附图 第 页, 按照进入中国国家阶段时提交的国际申请文件的中文文本;
第 页, 按照专利性国际初步报告附件的中文文本;
第 页, 按照依据专利合作条约第 28 条或 41 条规定所提交的修改文件;
第 页, 按照依据专利法实施细则第 51 条第 1 款规定所提交的修改文件;
第 页, 按照 年 月 日所提交的修改文件。



☐

☒本通知书引用下述对比文件(其编号在今后的审查过程中继续沿用):

编号	文件号或名称	公开日期 (或抵触申请的申请日)
1	CN1286500A	2001-3-7
2	US5148078A	1992-9-15

5. 审查的结论性意见:

☐关于说明书:

- ☐申请的内容属于专利法第 5 条规定的不授予专利权的范围。
- ☐说明书不符合专利法第 26 条第 3 款的规定。
- ☐说明书不符合专利法第 33 条的规定。
- ☐说明书的撰写不符合专利法实施细则第 18 条的规定。

☒关于权利要求书:

- ☐权利要求 不具备专利法第 22 条第 2 款规定的新颖性。
- ☒权利要求 1-6 不具备专利法第 22 条第 3 款规定的创造性。
- ☐权利要求 不具备专利法第 22 条第 4 款规定的实用性。
- ☐权利要求 属于专利法第 25 条规定的不授予专利权的范围。
- ☐权利要求 不符合专利法第 26 条第 4 款的规定。
- ☐权利要求 不符合专利法第 31 条第 1 款的规定。
- ☐权利要求 不符合专利法第 33 条的规定。
- ☐权利要求 不符合专利法实施细则第 2 条第 1 款的规定。
- ☐权利要求 不符合专利法实施细则第 13 条第 1 款的规定。
- ☒权利要求 2-7, 13, 15 不符合专利法实施细则第 20 条的规定。
- ☐权利要求 不符合专利法实施细则第 21 条的规定。
- ☐权利要求 不符合专利法实施细则第 22 条的规定。
- ☐权利要求 不符合专利法实施细则第 23 条的规定。

☐分案的申请不符合专利法实施细则第 43 条第 1 款的规定。

上述结论性意见的具体分析见本通知书的正文部分。

6. 基于上述结论性意见, 审查员认为:

- ☐申请人应按照通知书正文部分提出的要求, 对申请文件进行修改。
- ☒申请人应在意见陈述书中论述其专利申请可以被授予专利权的理由, 并对通知书正文部分中指出的不符合规定之处进行修改, 否则将不能授予专利权。
- ☐专利申请中没有可以被授予专利权的实质性内容, 如果申请人没有陈述理由或者陈述理由不充分, 其申请将被驳回。

☐

7. 申请人应注意下述事项:

- (1) 根据专利法第 37 条的规定, 申请人应在收到本通知书之日起的肆个月内陈述意见, 如果申请人无正当理由逾期不答复, 其申请将被视为撤回。
- (2) 申请人对其申请的修改应符合专利法第 33 条的规定, 修改文本应一式两份, 其格式应符合审查指南的有关规定。
- (3) 申请人的意见陈述书和 / 或修改文本应邮寄或递交国家知识产权局专利局受理处, 凡未邮寄或递交给受理处的文件不具备法律效力。
- (4) 未经预约, 申请人和 / 或代理人不得前来国家知识产权局专利局与审查员举行会晤。

8. 本通知书正文部分共有 2 页, 并附有下列附件:

☒引用的对比文件的复印件共 2 份 32 页。

☐

审查员: 方波(9212)

2008 年 5 月 9 日

审查部门

审查协作中心



第一次审查意见通知书正文

1、一种具有集成三极管结构的场致发射显示器，对比文件1（CN1286500A）公开了一种利用碳纳米管的场发射显示装置（见其图1-4，说明书第2页第9行至第7页第2行），并具体披露了如下技术特征：该装置包括基底30（相当于本权利要求的衬底），置于基底之上的阴极层32，栅绝缘层34a，其置于阴极层32之上并具有以规则的图样排列的大量亚微米孔40（见说明书第5页第2-3段），栅极层36a，其置于栅绝缘层之上并具有以实质上与栅绝缘层中的亚微米孔相同的图样排列的大量亚微米孔（见图1、3），碳纳米管44作为发射极，其置于由栅绝缘层、栅极层中的亚微米孔所限定的阱中，并且碳纳米管44附着在阴极层32上。

权利要求1与对比文件1的区别是：阳极绝缘层，其置于栅极层之上并具有以实质上与栅绝缘层中的亚微米孔相同的图样排列的大量亚微米孔，置于阳极绝缘层上的荧光体层；以及置于荧光体层上的阳极层。对比文件2（US5148078A）披露了一种具有集成三极管结构的场致发射显示器，在其图2以及说明书第2栏第43行至第3栏第3行披露了该场致发射显示器具有阳极绝缘层208，置于栅极层104之上并具有以实质上与栅绝缘层106中的孔相同的图样排列的孔，置于阳极绝缘层208上的荧光体层；以及置于荧光体层上的阳极层207（见说明书第2栏第62-64行）。这些特征在对比文件2与在本发明所起的作用相同：都是在栅极层和带荧光体层的阳极层之间放置阳极绝缘层，该阳极绝缘层具有与栅绝缘层中的孔相同的图样排列的孔，以达到在不使用复杂的封装处理下制造场致发射显示器，且具有相当程度缩减的阱直径和相当程度缩减的阴极到阳极间距的作用。对比文件2给出了在栅极层和带荧光体层的阳极层之间放置具有与栅绝缘层中的孔相同的图样排列的孔的阳极绝缘层的启示，本领域普通技术人员很容易把它们运用到对比文件1，用具有与栅绝缘层中的孔相同的图样排列的孔的阳极绝缘层替代对比文件1中的间隔器，得到权利要求1请求保护的集成三极管结构的场致发射显示器。由此可知，在对比文件1的基础上结合对比文件2得到权利要求1请求保护的技术方案，是显而易见的。权利要求1相对于对比文件1和2的结合不具有突出的实质性特点，不符合专利法第二十二条第三款创造性的规定。

2、权利要求2、6所限定的附加技术特征：“所述FED还包括置于阴极层和栅绝缘层之间的电阻层，以及将发射极附着在电阻层上”、“置于阳极层之上的

前板”。这些特征都是本领域普通技术人员的公知常识。因此当其引用的权利要求没有创造性时，权利要求2、6不符合专利法第二十二条第三款创造性的规定。

3、权利要求3所限定的附加技术特征：阱具有4到500nm的直径。对比文件1说明书第5页倒数第2-3行披露了细孔所限定的阱的直径为0.5 μm 即500nm。因此当其引用的权利要求没有创造性时，权利要求3不符合专利法第二十二条第三款创造性的规定。

4、权利要求4、5所限定的附加技术特征：“阳极绝缘层的厚度在100nm到10 μm 的范围内”、“阳极层密封地封住由阱所限定的放电空间”。对比文件2图2以及说明书第2栏第65行至第3栏第3行披露了阳极层207密封地封住由阱所限定的放电空间，将阳极绝缘层的厚度设置在100nm到10 μm 的范围内，是本领域普通技术人员能过通过常规实验手段得到并且没有产生预料不到的技术效果。因此当其引用的权利要求没有创造性时，权利要求4-5不符合专利法第二十二条第三款创造性的规定。

5、权利要求2-6中的“FED”应当是“场致发射显示器（FED）”，因为权利要求1中的“FED”放在了括号里，括号里的“FED”对“场致发射显示器”没有限定作用，因此不清楚权利要求2-6中的“FED”是什么含义。由此可知，权利要求2-6不符合专利法实施细则第二十条第一款的有关规定。

6、权利要求7、15中的“FED”是不清楚的，不清楚该“FED”代表的是什么含义，由此可知权利要求7、15不符合专利法实施细则第二十条第一款有关清楚地表述请求保护的范围的规定。建议申请人修改为“场致发射显示器FED”。

7、权利要求13的结尾处缺少句号，权利要求的保护范围是由权利要求中记载的全部内容作为一个整体限定的，因此每一项权利要求只允许在其结尾处使用句号。由此可知，该权利要求不符合专利法实施细则第二十条第一款的有关规定。

基于上述理由，本申请按照目前的文本还不能被授予专利权。如果申请人按照本通知书提出的审查意见对申请文件进行修改，克服所存在的缺陷，则本申请可望被授予专利权。对申请文件的修改应当符合专利法第三十三条的规定，不得超出原说明书和权利要求书记载的范围。

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.⁷

H01L 31/12

H01L 27/15 H05B 33/00

G09F 9/30

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00121140.4

[43] 公开日 2001 年 3 月 7 日

[11] 公开号 CN 1286500A

[22] 申请日 2000.7.27 [21] 申请号 00121140.4

[30] 优先权

[32] 1999.7.27 [33] KR [31] 30698/1999

[32] 2000.5.31 [33] KR [31] 29579/2000

[71] 申请人 李铁真

地址 韩国全罗北道

共同申请人 株式会社日进纳米技术

[72] 发明人 李铁真 柳在银

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

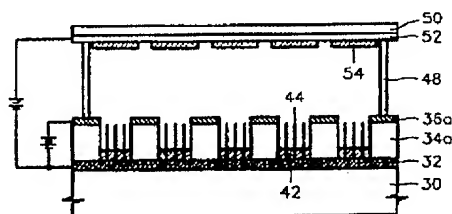
代理人 韩 宏

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 2 页

[54] 发明名称 利用碳纳米管的场发射显示装置及其制造方法

[57] 摘要

一种场发射显示装置及其制造方法。在该装置中一个用作阴极的第一金属膜形成一个下基底上,一个绝缘膜模板和一个第二金属膜模板形成在该第一金属膜上,其中每一个具有多个细孔以便暴露该第一金属膜。一种液态导电高聚合物膜形成在该细孔内。用作发射器顶端的碳纳米管垂直排列在该聚合物膜上。该第二金属膜模板上安装有间隔器,附着有透明电极和荧光材料的上基底安装在该间隔器上。相应地,通过在第二金属膜和绝缘膜内形成细孔且把碳纳米管放进该细孔的方法,可以简单地作成使用碳纳米管的 FED 装置。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

- 1、 一种场发射显示装置，包括：
第一金属膜，形成在一个下基底上用作阴极；
形成在第一金属膜上的绝缘膜模板和第二金属膜模板，其中每个都有多个暴露第一金属膜的细孔；
形成在该细孔内的导电高聚合物膜；
用作发射器顶端的碳纳米管，垂直排列在该导电高聚合物膜内；
间隔器，安装在该第二金属膜模板上；以及
附着有透明电极和荧光材料的且形成在该间隔器上的上基底。
- 2、 如权利要求 1 所述的场发射显示装置，其中下基底是由玻璃、石英、硅或氧化铝（ Al_2O_3 ）形成的。
- 3、 如权利要求 1 所述的场发射显示装置，其中第一金属膜是由铬、钛、钨或氧化铝形成，而第二金属膜案是由铬、钛或钨形成。
- 4、 如权利要求 1 所述的场发射显示装置，其中每个细孔的直径为 $0.5\text{-}1.0\mu\text{m}$ 。
- 5、 一种制造场发射显示装置的方法，该方法包括：
在一个下基底上形成用作阴极的第一金属膜；
在该第一金属膜上形成一个绝缘膜；
在该绝缘膜上形成用作栅电极的第二金属膜；

通过将第二金属膜和该绝缘膜制成模板，形成一个绝缘膜模板和一个第二金属膜模板，其中每一个都具有暴露该第一金属膜的多个细孔；

在该细孔内形成一个液态导电高聚合物膜；

将用作发射顶端的碳纳米管喷射进该细孔并且垂直排列该碳纳米管；

使液态导电高聚合物膜弯曲；

在该第二金属膜模板上安装一个间隔器；

将附着有透明电极和荧光材料的上基底附着到该间隔器。

6、 如权利要求 5 所述的方法，其中该下基底是由玻璃、石英、硅或氧化铝（ Al_2O_3 ）形成的。

7、 如权利要求 5 所述的方法，其中该第一金属膜是由铬、钛、钨或氧化铝形成，而第二金属膜案是由铬、钛或钯形成。

8、 如权利要求 5 所述的方法，其中该碳纳米管是通过超声振动或外加电压方式垂直排列在该细孔内。

9、 如权利要求 5 所述的方法，其中每个细孔具有的直径为 0.5-10.0 μm 。

10、 如权利要求 5 所述的方法，其中该液态导电高聚合物膜是在 300°C-400°C 下弯曲的。

说明书

利用碳纳米管的场发射显示装置及其制造方法

本发明是关于一个场发射显示（FED）装置及其制造方法，尤其是使用碳纳米管的 FED 装置及其制造方法。

一般地，在场发射显示（FED）装置中，当相对于圆锥形硅发射器顶端施加几百伏正电压到外部栅电极时，在强电场的影响下，电子从发射器顶端的端部射出，并且所发射的电子与阳极相碰撞，其中有几千伏特到几百千伏特施加到该阳极，且该阳极涂覆有荧光体材料。以这样方式，该 FED 设备就可以做为一种显示装置。但是，在使用碳发射器顶端的传统的 FED 装置中，这样装置是以蚀刻的方式制成的，却存在着以大约 1.0-1.5nm 的间隔将阳极与阴极相分开的困难，而且，在传统的 FED 装置中，漏电流很高，可靠性及其性能受到了影响，且产量也很低，这是由于很高的操作电压和很高的电流发射造成的硅顶端退化而导致的。一个使用碳纳米管的 FED 设备已经被证明是对使用硅发射器顶端的改进。

传统的碳纳米管是由电子放电方法或激光沉积方法合成，并放进一个干净的溶液且用超声洗涤器摇动加以精制而成。该精制的碳纳米管移植进一个多孔的陶制滤波器孔中以便将该精制的碳纳米管应用到一个 FED 装置上。然后，包含在该多孔的陶制滤波器孔中的碳纳米管打上标志（stamp）并被垂直放置在针对一

个 FED 装置的一个下基底上的导电聚合体上，由此形成发射器顶端。

使用传统碳纳米管作为一个发射器顶端的 FED 装置在稳定性方面要优于使用硅发射器顶端的 FED 装置，但是使用传统碳纳米管的 FED 装置却在将碳纳米管放置在导电聚合体方面存在着困难，并且其制造方法也很复杂。因此，使用传统碳纳米管的 FED 装置具有较低的产量，且不能制造成具有很大的面积。

本发明的一个目标是提供一种使用碳纳米管的场发射显示（FED）装置，它可以被制成具有很大的面积，而且在单元面积上具有高密度的顶端。

本发明的另一个目标是提供一种制造 FED 装置的方法，可以通过一种简单的制造过程被制成具有很大的面积。

因此，为达到第一个目标，本发明提供一个场发射显示装置，它包括形成在一个下基底上的用作阴极的第一金属膜；一个绝缘膜模板（pattern）和形成在该第一金属膜上的第二金属膜模板，其中每一个都具有多个可暴露第一金属膜的细孔。下基底可由玻璃、石英、硅、或氧化铝形成。第一金属膜可由铬、钛、钨或氧化铝形成，而第二金属膜模板可以由铬、钛或钨形成，每个细孔直径大约为 0.5-10.0 微米。一种导电高聚合物膜形成在该细孔内，用作发射器顶端的碳纳米管被垂直地布置在该导电高聚合物膜内。一个间隔器安装在该第二金属膜模板内，一个上基底放置在该间隔器上，在该上基底上附着有一个透明电极和一个荧光体材

料。

为了达到第二目标，本发明提出一种制造场发射显示装置的方法。在该方法中，一个用作阴极的第一金属膜形成在该下基底上，一个绝缘膜形成在该第一金属膜上。一个用作栅电极的第二金属膜形成在该绝缘膜上。一个绝缘膜模板和一个第二金属膜模板（其中每一个具有多个可以暴露第一金属膜的细孔）通过将第二金属膜和该绝缘膜制成模板而形成。一种液态导电高聚合物膜形成在该细孔内。用作发射器顶端的碳纳米管被喷射进该细孔且垂直排列。在此，该碳纳米管是通过超声振动或施加电压的方式竖直地布置在该细孔内。该液态导电高聚合物膜是弯曲的，且一个间隔器安装在该第二金属膜模板上，一个具有透明电极和附着到其上的荧光体材料的上基底被附着到该间隔器上。

按照本发明的使用碳纳米管的场发射显示装置可以通过在第二金属膜和绝缘膜内形成细孔且把该碳纳米管放进该细孔的方式被简单地制造成具有大面积。

本发明的上述目标及其它优点将通过描述详细的实施例及参照附图将变得更加清晰，其中，

图 1 是使用碳纳米管的场发射显示装置（FED）的横截面图；
图 2—图 4 是说明制造图 1 中的 FED 显示的方法的横截面图。

在此，将参照图对本发明的优选实施例进行描述。但是，但是本发明的一个实施例可以被修改成各种形式，而且本发明的保护范围也并不限于所描述的实施例，该实施例仅是向本技术领域内的人更完整地描述本发明。在附图中，层或区域的厚度及大小被夸大以便更清晰，其中同一标号表示同一部件。而且当说明一个层是形成在另一个层或基底上时，该层也可以直接形成在另一个层或基底上，或者其它的层可以插入其间。

参照图 1，按照本发明的一个使用碳纳米管的场发射显示（FED）具有一个第一金属膜 32，该金属膜用作为阴极且形成在下基底 30 上。该下基底 30 是由玻璃、石英、硅或氧化铝（ Al_2O_3 ）形成，第一金属膜 32 是由铬、钛、钨或氧化铝形成。一个绝缘膜模板 34a 和一个第二金属膜模板 36a（其中每一个都具有暴露该第一金属膜 32 的多个细孔）形成在该第一金属膜 32 上。第二金属膜模板 36a 可以由铬、钛或钨形成，并在 FED 装置中用作栅电极，细孔的形成尺寸为直径 0.5-10.0 微米。

一个导电高聚合物膜 42 形成在该细孔内，且碳纳米管 44 被垂直排列在该导电高聚合物膜 42 内。该碳纳米管 44 可以用作发射器顶端。这些垂直排列的碳纳米管 44 可以较低的电压获得大量的发射电流，例如 $1.5\text{V}/\mu\text{m}$ 。而且，垂直排列的碳纳米管 44 可以增加发射效率，因为它们具有每单元面积上高密度的顶端。间隔器 48 安装在第二金属膜模板 36a 上，而上基底 50 设置在该间隔器 48 上，其中一个用作阳极的透明电极 52 和一个荧光材料 54 附着到该上基底上。一个电场施加到用作阴极的第一金属膜 32 和作为阳极的透明电极 52，以便电子从垂直排列的

碳纳米管 44 发射，所发射的电子与荧光材料 54 相碰撞，因此具有这种结构的 FED 装置发射红、绿和蓝光。此时，一个电场施加到用作栅电极的第二金属膜模板 36a 和作为阴极的第一金属膜 32 之间，因此电子很容易地与该荧光材料碰撞。因此按照本发明的 FED 装置是一个三极 FED 装置。

图 2 至图 4 是说明制造图 1 的 FED 显示的方法的横截面图。图 2 说明了在一个下基底 30 上形成第一金属膜 32、绝缘膜 34 和第二金属膜 36 的步骤。更详细地说，用作阴极的第一金属膜 32 在下基底 30 上形成的厚度大约为 $0.2-0.5\mu\text{m}$ ，下基底 30 是由玻璃、石英、硅或氧化铝 (Al_2O_3) 形成的。第一金属膜 32 是由铬、基底、钨或氧化铝形成的。下一步，绝缘膜 34 在第一金属膜上以较低的温度形成厚度大约为 $1-1.5\mu\text{m}$ 。随后，用作栅电极的第二金属膜 36 在绝缘膜 34 上形成厚度大约为 $0.2-0.5\mu\text{m}$ 。第二金属膜 36 是通过电子束沉积或热沉积方法由铬、钛或钼形成的。

图 3 说明了通过将第二金属膜 36 和绝缘膜 34 制成模板，形成第二金属膜模板 36a 和绝缘膜模板 34a 的步骤，膜模板 36a 和 34a 每个都具有细孔 40。更详细地说，第二金属膜 36 涂覆有一层厚度大约为 $1.5-2.0\mu\text{m}$ 的光阻膜（未示出），并且该光阻膜延伸，由此形成了一个光阻模板 38。下一步，第二金属膜 36 和绝缘膜 34 利用该光阻模板作为一个屏障进行腐蚀，由此形成了第二金属膜模板 36a 和绝缘膜模板 34a。在此，形成了多个细孔 40 以便暴露该第一金属膜 32，每个细孔 40 的直径大约为 $0.5-10.0\mu\text{m}$ ，且彼此分开成间距为大约 $2.0-15.0\mu\text{m}$ 。

图 4 说明了形成导电高聚合物膜 42 和将碳纳米管 44 放进细孔 40

的步骤。更详细地说，导电高聚合物膜 42 通过用液态导电高聚合物填充绝缘膜 34 的细孔的 1/3。例如该导电高聚合物可以是一个碳粘合剂或银粘合剂。

下一步，用作发射器顶端的碳纳米管 44 通过超声振动、外加电压等被喷射进该细孔，且在第一金属膜 32 上是垂直方向的。另句话说，在碳纳米管被喷射进细孔 40 后，施加超声振动，在下基底 30 的上下部份间施加到电压，或在所合成的结构上同时执行两种方法。以该方式，碳纳米管被有效地注入并垂直地排列在细孔 40 内的导电高聚合物膜 42 内。结果，碳纳米管 44 就垂直地排列在第一金属膜 32 上的导电高聚合物膜内，垂直朝向的碳纳米管 44 可以较低的电压（如大约 $1.5\text{V}/\mu\text{m}$ ）下获得大量的发射电流。而且垂直排列的碳纳米管 44 可以提供优越的发光效率，因为它们具有每单元面积的高密度顶端。

随后，其上喷射有碳纳米管 44 的导电高聚合物膜 42 在 400° 或更低下进行弯曲，最好是在 300°C - 400°C 之间。

然后，如图 1 所示，在第二金属膜模板 36a 上安装一个长度为 $100\text{--}700\mu\text{m}$ 的间隔器 48，下一步，用作阳极的透明电极 52 形成在该上基底 50 上，将一个荧光材料 54（当用电子碰撞时可以发光）附着到该透明电极 52 上。一个玻璃基底用作上基底 50，而一个铟锡氧化物（ITO）电极可以用作透明电极。

然后，附着有透明电极 52 和荧光材料 54 的上基底 50 被上下反转并放在间隔器 48 上，然后密封并安装真空，由此完成了 FED 装置的形成。

按照本发明，一个使用碳纳米管的 FED 装置可以利用在第二金属

膜和绝缘膜内形成细孔并把碳纳米管放进该细孔的方法来简单地制造成具有很大的面积。

而且，按照本发明的 FED 装置可以在较低的电压下获得大量的发射电流，如 $1.5\text{V}/\mu\text{m}$ ，因为它使用了用作发射器顶端的垂直朝向的碳纳米管。而且，按照本发明的 FED 装置提供了优越的发光效率、高可靠性以及高产量，因为它在单元面积上具有高密度。

说明书附图

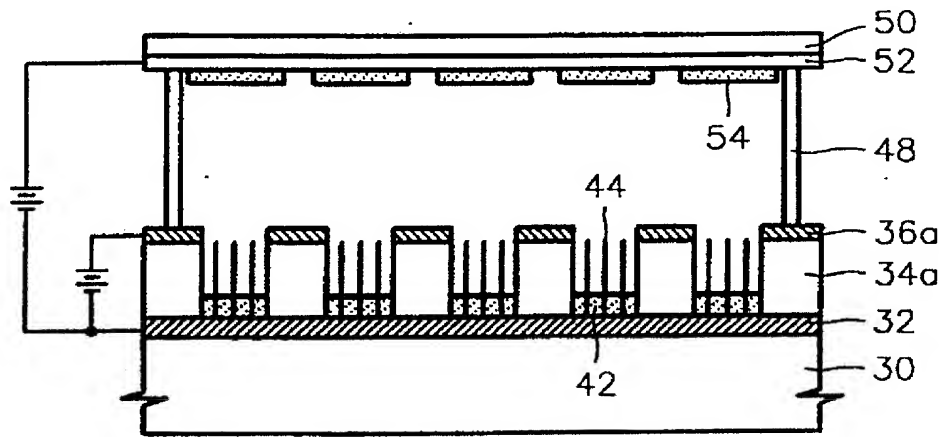


图1

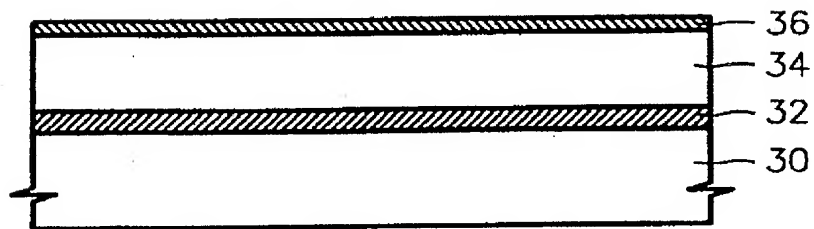


图2

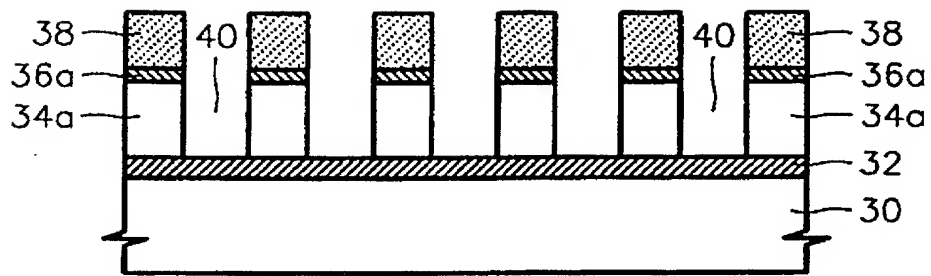


图3

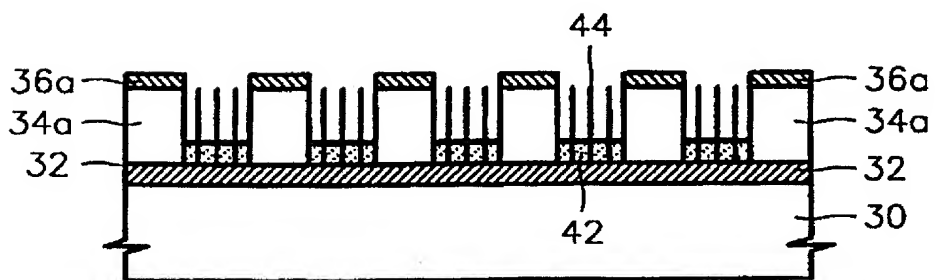


图4